

アクチュエータ及びこれを用いた動力断続装置
ACTUATOR AND INTERMISSIVE POWER TRANSMISSION DEVICE
THEREWITH

5

BACKGROUND OF THE INVENTION

FIELD OF THE INVENTION

本発明は、簡便な構造であっても高い信頼性が得られるアクチュエータ及びこれを用いた断続しうる動力伝達装置に関する。

10 DESCRIPTION OF THE RELATED ART

デファレンシャルギアなどの動力伝達装置は、動力の伝達を制御すべく、アクチュエータを備えているものが提案されている。日本国特許公告 H05-54574 は、空気圧を利用したアクチュエータを備えた動力伝達装置に関する、関連する技術を開示している。

15 前記関連技術によれば、アクチュエータはデフキャリヤに固定されたシリンダ、ピストンなどから構成されており、エンジンに駆動されるエアポンプから空気圧を供給されて作動し、ピストンとシフトフォークとを介してクラッチリングを移動操作し、噛み合いクラッチを噛み合わせる。また、空気圧の供給を停止すると噛み合いクラッチの噛み合いが解除される。

20

SUMMARY OF THE INVENTION

前記関連技術によれば、構造が複雑になるために重量の増加等の短所が避けられない。また空気圧を利用した装置であるために、空気漏れなどに起因する故障を回避するのが困難であり、信頼性の低下が懸念される。前記故障を回避するためには、空気圧系のシールを強化するなどの措置が必要であり、これはさらに構造を複雑とする要因である。

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、簡便な構造であっても高い信頼性が得られるアクチュエータならびにそれを用いた動力伝達装置を提供することにある。

本発明の第一の局面による動力伝達装置の断続操作をするためのアクチュエータは、固定された第一のプレートと、前記第一のプレートと前記断続操作の方向に移動可能に嵌合した第二のプレートと、前記第二のプレートに回転可能に嵌合した第三のプレートと、前記第三のプレートと係合して回転せしめる駆動装置と、
 5 前記第三のプレートの回転を前記第二のプレートの前記断続操作方向の移動へ転換するカム機構と、前記駆動装置に対する前記第三のプレートの前記係合を保持する保持装置と、を備え、前記カム機構により駆動された前記第二のプレートは、前記動力伝達装置を前記断続操作方向に駆動する。

望ましくは、前記第三のプレートはギア部を備え、前記駆動装置は前記ギア部と係合するピニオンギアを備える。さらに望ましくは、前記保持装置は、前記ギア部を取り囲んで両端が前記ギア部と一体に連結しているガイド部であって、前記ガイド部の前記両端が前記ピニオンギアに当接して前記係合を保持する。
 10

望ましくは、前記保持装置は、前記第一のプレートが備え、前記第三のプレートの回転範囲を制限するストッパである。さらに望ましくは、前記第三のプレートは前記ストッパと当接するアブソーバを備える。さらに望ましくは、前記アブソーバは、可撓性片である。さらに望ましくは、前記第三のプレートは前記ストッパと当接する肉厚部を備える。
 15

望ましくは、前記保持装置は、前記第一のプレートが備え、前記第三のプレートと当接して回転範囲を制限し、かつ衝撃を吸収するアブソーバである。さらに望ましくは、前記アブソーバは、可撓性片またはスプリングである。
 20

望ましくは、前記保持装置は、前記第三のプレートが備える前記第一のプレートの端部を包みこむ折り返し部である。

望ましくは、前記アクチュエータはさらに減速装置を備え、前記減速装置は前記第三のプレートが前記カム機構を駆動した後、前記保持装置が前記第三のプレートの回転を規制する前に、前記第三のプレートを減速する。さらに望ましくは、前記減速装置は、前記第三のプレートを摩擦によって減速すべく前記第一のプレートに一体に形成された突起である。
 25

望ましくは、前記駆動装置は、電動モータである。

本発明の第二の局面による断続しうる動力伝達装置は、一対の動力伝達部材と、

動力の伝達を断続するための一対のクラッチと、固定された第一のプレートと、前記第一のプレートと移動可能に嵌合した第二のプレートと、前記第二のプレートに回転可能に嵌合した第三のプレートと、前記第三のプレートを回転せしめる駆動装置と、前記第三のプレートの回転を前記第二のプレートの移動へ転換するカム機構と、前記駆動装置に対する前記第三のプレートの相対的な回転範囲を規制する保持装置と、を備え、前記カム機構により駆動された前記第二のプレートは、前記クラッチを駆動して、前記動力の伝達を断続する。

望ましくは、前記第一のプレート、前記第二のプレートおよび前記第三のプレートは、それぞれ平板状の素材より一体に成形されてできている。

10

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータおよび動力伝達装置の断面図である。

図2は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータの分解斜視図である。

15 図3は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータの斜視図であって、部分的に組み立てた状態である。

図4は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが第一の側にある状態である。

20 図5は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータのカム機構付近の図であって、前記可動プレートが前記第一の側にある状態である。

図6は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが第二の側にある状態である。

図7は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータのカム機構付近の図であって、前記可動プレートが前記第二の側にある状態である。

25 図8は、本発明の第一の実施形態によるアクチュエータにおいて、プレート同士の嵌合状態を示す要部断面図である。

図9は、本発明の第二の実施形態によるアクチュエータの正面図である。

図10は、本発明の第二の実施形態によるアクチュエータの一部断面図であつて、断面は図9においてX-Xで示されている。

図 1 1 は、本発明の第三の実施形態によるアクチュエータのカムプレートとストッパーの要部正面図である。

図 1 2 は、本発明の第四の実施形態によるアクチュエータのカムプレートとストッパーの要部正面図である。

5 図 1 3 は、本発明の第四の実施形態によるアクチュエータのカムプレートの平面図であって、特にそのギア部を示す。

図 1 4 は、本発明の第五の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが中央にある状態である。

10 図 1 5 は、本発明の第五の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが第一の側にある状態である。

図 1 6 は、本発明の第五の実施形態によるアクチュエータの突起付近の要部断面図である。

図 1 7 は、本発明の第五の実施形態によるアクチュエータの突起付近の要部断面図であって、前記突起がカムプレートを摩擦によって減速している状態である。

15 図 1 8 は、本発明の第五の実施形態によるアクチュエータにおいて、前記カムプレートの回転位置と軸位置との関係を示すグラフである。

図 1 9 は、図 1 8 と比較すべく前記突起が無い場合において、前記カムプレートの回転位置と軸位置との関係を示すグラフである。

20 図 2 0 は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータおよび動力伝達装置の断面図である。

図 2 1 は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの要部断面図である。

図 2 2 は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが中央にある状態である。

25 図 2 3 は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが第一の側にある状態である。

図 2 4 は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、可動プレートが第二の側にある状態である。

図 2 5 は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、組み立ての手順を示す。

図26は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの正面図であって、組み立ての手順を示す。

図27は、本発明の第六の実施形態によるアクチュエータの背面図であって、組み立ての手順を示す。

5

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

本発明の第1の実施形態を図1から図8を参照して以下に説明する。以下は、
10 動力伝達装置として4輪駆動車のリヤデフを例にとり、その2輪駆動と4輪駆動
との切り替えの制御にアクチュエータを適用した例について説明されている。し
かし、本発明は、クラッチ等他の様々な動力伝達装置の制御に適用できる。また、
左右のデフのロックとアンロックとの切り替えの制御にアクチュエータを適用す
ることが可能である。

図1はリヤデフ3を示しており、左右の方向はリヤデフ3が用いられた4輪駆
動車での左右の方向である。

15 リヤデフ3(エンジンの駆動力を左右の後輪に配分するデファレンシャル装置)
は、差動機構の入力側に駆動力の断続機能を備えたデファレンシャル装置であり、
4輪駆動車に用いられ、2輪駆動時は後輪への駆動力を切断する。

20 リヤデフ3が用いられた4輪駆動車の動力伝達系は、エンジン(原動機)、トラ
ンスマッision、トランスファ、2-4切替え(2輪駆動状態と4輪駆動状態と
の切替え)機構、フロントデフ(エンジンの駆動力を左右の前輪に配分するデフ
アレンシャル装置)、前車軸、左右の前輪、後輪側のプロペラシャフト、リヤデフ
3、後車軸、左右の後輪などから構成されている。

25 2-4切替え機構は、トランスファの後輪側出力インターフェイスを構成して
おり、下記のように、リヤデフ3と同時に連結解除操作及び連結操作され、後輪
側への駆動力を断続する。

エンジンの駆動力は、トランスミッショソからトランスファに伝達され、トラン
スマッisionから前輪側と後輪側に配分される。

前輪側に配分された駆動力は、フロントデフから前車軸を介して左右の前輪に
配分される。

また、後輪側に配分された駆動力は、2-4切替え機構とリヤデフ3が連結されている間は、2-4切替え機構と後輪側プロペラシャフトからリヤデフ3に伝達され、リヤデフ3から後車軸を介して左右の後輪に配分され、車両は4輪駆動状態になる。

5 また、2-4切替え機構とリヤデフ3の連結をそれぞれ解除すると、後輪側がエンジンから切り離されて、車両は2輪駆動状態になる。

リヤデフ3はデフキャリヤ5の内部に配置されており、デフキャリヤ5の内部にはオイル溜りが形成されている。

10 リヤデフ3は、アクチュエータ1、アウターデフケース7、インナーデフケース9、ベベルギア式の差動機構11、ドッグクラッチ13（被操作装置：クラッチ）などから構成されている。

15 また、アクチュエータ1は、支持プレート15（第一のプレート）、カムプレート17（第三のプレート）、可動プレート19（第二のプレート）、カム21（カム機構）、リターンスプリング23、シフトスプリング25、電動モータ27（駆動装置）、ギア組29、コントローラなどから構成されている。

20 リヤデフ3はアウターデフケース7とインナーデフケース9からなる2重ケーシング構造になっており、インナーデフケース9はアウターデフケース7の内周で摺動回転自在に支承されている。また、アウターデフケース7に形成された左右のボス部31、33はそれぞれスラストベアリング35を介してデフキャリヤ5に支承されている。

25 デフキャリヤ5には、ベアリングキャップ37、37がネジ部39によって螺着されており、これらのベアリングキャップ37をネジ部39で回転させることによって、アウターレース41が軸方向に移動し各スラストベアリング35のプリロード調整が行われる。

アウターデフケース7にはリングギア43がボルト45で固定されている。リングギア43はドライブピニオンギア47と噛み合っており、ドライブピニオンギア47はドライブピニオンシャフト49と一体に形成されている。ドライブピニオンシャフト49は継ぎ手と後輪側のプロペラシャフトなどを介してトランスファの2-4切替え機構に連結されており、エンジンの駆動力はトランスファと

2-4 切替え機構からこの後輪側動力伝達系を介してアウターデフケース7を回転させる。

アウターデフケース7の内部にはクラッチリング51(一对のクラッチの一方)が配置されており、アウターデフケース7の内周で軸方向移動自在に支承されて5いる。

ドッグクラッチ13は、噛み合い歯53と噛み合い歯55によって構成されており、噛み合い歯53はクラッチリング51の左端部に形成され、噛み合い歯55(一对のクラッチの他方)はインナーデフケース9の右端部に形成されている。

また、アウターデフケース7の左右にはそれぞれオイルが流入する開口57, 10 59が周方向等間隔に設けられている。クラッチリング51の右端には周方向等間隔に4本の脚部61が設けられており、これらの脚部61は右の開口59に係合し、外部に突き出している。

クラッチリング51は、下記のように、アクチュエータ1によって左右に移動操作される。クラッチリング51が左方に移動操作されると、図1の下半部のよう15 に、ドッグクラッチ13が噛み合ってアウターデフケース7とインナーデフケース9とが連結され、クラッチリング51が右方に戻ると、図1の上半部のように、ドッグクラッチ13の噛み合いが解除され、アウターデフケース7とインナーデフケース9とが切り離される。

インナーデフケース9の左端部とアウターデフケース7との間には、アクチュエータ1からの操作力を受けるスラストワッシャ63が配置されており、インナーデフケース9はこのスラストワッシャ63を介して軸方向の左方に位置決め20 されている。

ペベルギア式の差動機構11は、複数本のピニオンシャフト65、ピニオンギア67、左右の出力側サイドギア69, 71などから構成されている。

25 各ピニオンシャフト65の先端は、インナーデフケース9に周方向等間隔に形成された貫通孔73に係合し、スプリングピン75によって抜け止めが施されている。

ピニオンギア67は、各ピニオンシャフト65上に回転自在に支承されており、サイドギア69, 71は左右から各ピニオンギア67と噛み合っている。

サイドギア 69, 71 の各ボス部 77, 79 はアウターデフケース 7 に形成された支承部 81, 83 によって支承されており、各ボス部 77, 79 には左右の後車軸がそれぞれスプライン連結されている。

また、各サイドギア 69, 71 とアウターデフケース 7 との間にはスラストワッシャ 85 がそれぞれ配置され、サイドギア 69, 71 の噛み合いスラスト力を受けている。

インナーデフケース 9 の内周には、各ピニオンギア 67 の背面に対向して球面ワッシャ部 87 が形成されており、ピニオンギア 67 の遠心力と、各サイドギア 69, 71 との噛み合いによってピニオンギア 67 が受ける噛み合い反力を負担している。

アクチュエータ 1 の支持プレート 15 はプレス加工されており、図 2 のように、環状板部 89、環状板部 89 と一緒に形成された 2 個の固定板部 91、環状板部 89 の内周に周方向等間隔に設けられた 3 個の組み付け凹部 93、環状板部 89 の外周に周方向等間隔に設けられた 2 個のガイド溝 95 などから構成されている。前記支持プレート 15 は、前記カム 21 やスプリング 23, 25 などによる軸方向の力に耐えるべく、可動プレート 19 およびカムプレート 17 よりもやや厚い板厚を有している。

カムプレート 17 はプレス加工されており、図 8 のように、環状板部 97、前記環状板部 97 から一体的に延設されてギアの歯を有するプレート部分 99、環状板部 97 の内周に周方向等間隔に設けられた 3 個の組み付け凹部 101、各凹部 101 の周方向に隣接して設けられた 3 個の支持突起 103（支持プレートの端部を包み込む折り返し部：噛み合い保持手段）、環状板部 97 の内周に沿って周方向等間隔に設けられた 3 個のカム片 105 などから構成されている。前記 3 個のカム片 105 は、前記可動プレート 19 の軸方向の移動量（ストローク）に応じた高さとすべく、プレス加工により形成されている。

プレート部分 99 は環状板部 97 と一緒に形成されており、その外周にはギア 107（ギア部）が設けられている。また、支持突起 103 は、環状板部 97 に形成された軸方向部分 109 と、軸方向部分 109 の端部に形成された径方向部分 111 から構成されている。

各カム片 105 は、図 5, 7 のように、傾斜面 113 (カム面)、径方向に形成されたカム角を持たない保持面 115、傾斜面 113 と保持面 115 との間に形成された保持突起 117 から構成されている。

可動プレート 19 はプレス加工されており、図 2 のように、環状板部 119 (基部)、環状板部 119 の内周に周方向等間隔に設けられた 3 個のカムガイド片 121 (突起)、各カムガイド片 121 の間に設けられた 3 個の内周ガイド片 123、環状板部 119 の外周に周方向等間隔に設けられた 2 個の外周ガイド片 125 などから構成されている。

また、各カムガイド片 121 は、環状板部 119 に形成された軸方向部分 127 と、軸方向部分 127 の端部に形成された径方向部分 129 から構成されている。

支持プレート 15 とカムプレート 17 と可動プレート 19 は、図 3 のように組付けられ、この組付けは次のような順序で行われる。

先ず、カムプレート 17 の各支持突起 103 を、右側から支持プレート 15 の各組み付け凹部 93 にそれぞれ挿通させた後、カムプレート 17 を、図 2 の矢印 131 の方向に、カムプレート 17 の各組み付け凹部 101 が支持プレート 15 の各組み付け凹部 93 と重なるまで回転させる。

この状態で、図 8 のように、カムプレート 17 の各支持突起 103 の軸方向部分 109 と径方向部分 111 が支持プレート 15 の環状板部 89 の内周端部を囲んで係合し、支持プレート 15 によってカムプレート 17 が軸方向に位置決めされ、センターリングされる。

次いで、可動プレート 19 の各カムガイド片 121 を、左側から支持プレート 15 とカムプレート 17 の各組み付け凹部 93, 101 に挿通させた後、カムプレート 17 を、図 2 の矢印 133 の方向に回転させると、可動プレート 19 が各カムガイド片 121 の径方向部分 129 によってカムプレート 17 の環状板部 97 と係合する。

このように、各プレート 15, 17, 19 の組付けは工程が少なく、極めて容易である。

組付けが終了した状態で、支持プレート 15 とカムプレート 17 の各環状板部

89, 97は可動プレート19の内周ガイド片123によって内周をガイドされており、こうして支持プレート15とカムプレート17と可動プレート19は互いにセンターリングされている。また、カムプレート17は支持プレート15と可動プレート19に対して回動可能である。

5 支持プレート15の各固定板部91は、図1のように、電動モータ27の取り付け金具135と共に、ボルト137によってデフキャリヤ5に固定されている。

カム21は、図5, 7のように、カムプレート17の各カム片105と可動プレート19の各カムガイド片121（径方向部分129）とで構成されている。

リターンスプリング23は、図1のように、クラッチリング51のリテーナ139に一体形成されている。図1, 2, 3のように、このリテーナ139に形成された腕部141はクラッチリング51の各脚部61に固定されており、リテーナ139（リターンスプリング23）とアウターデフケース7の右端部との間に10 はリング143が配置されている。

クラッチリング51とリテーナ139は一体で軸方向に往復移動可能であり、リターンスプリング23はクラッチリング51をドッグクラッチ13の噛み合い解除方向（右方）に付勢している。

シフトスプリング25は、図1のように、可動プレート19と一体に形成されている。シフトスプリング25の付勢力はリターンスプリング23の付勢力より大きくされており、可動プレート19とクラッチリング51をドッグクラッチ13の噛み合い方向（左方）に付勢している。

なお、リターンスプリング23とシフトスプリング25は、図2に示すように、それぞれコイルスプリング145とコイルスプリング147を用いてもよい。

また、カムプレート17には、コイルスプリング147用のねね座149が周方向等間隔に3箇所設けられている。

25 電動モータ27は、取り付け金具135を介してデフキャリヤ5に固定されている。電動モータ27は両方向に回転可能であり、コントローラを介して車載のバッテリに接続されている。

ギア組29は、電動モータ27の出力軸151に固定されたピニオンギア153と、カムプレート17（プレート部分99）のギア107とで構成されており、

電動モータ 27 の回転トルクを増幅し、カムプレート 17 を回転させる。

コントローラは、下記のようにしてドッグクラッチ 13 の断続操作を行うと共に、2輪駆動状態から4輪駆動状態に切り換える際はドッグクラッチ 13 と 2-4 切替え機構をそれぞれ同時に連結操作し、4輪駆動状態から2輪駆動状態に切り換える際はそれを同時に連結解除操作する。

また、ドッグクラッチ 13 の断続操作に当たって、コントローラは電動モータ 27 を両方向（一方向と反対方向）にそれぞれ所定の時間（角度）だけ回転させる時間制御を行う。電動モータ 27 が所定の時間だけ回転すると、ギア組 29 を介してカムプレート 17 が所定の方向に所定の角度だけ回転操作される。

図 4 は、プレート部分 99 を一方向に最大角度だけ回転させた状態を示しており、ギア組 29 のピニオンギア 153 はギア 107 の一側端部で噛み合っている。このとき、支持プレート 15 の一方の固定板部 91 はプレート部分 99 と突き当たってストッパになり、カムプレート 17 の過回転を防止し、ギア 107 がピニオンギア 153 から外れることを防止している。

図 5 は、図 4 に対応するカム 21 の状態を示しており、各カムガイド片 121（可動プレート 19）の径方向部分 129 は各カム片 105（カムプレート 17）の傾斜面 113 を上の前である。このとき径方向部分 129 はシフツスプリング 25 の付勢力によって環状板部 97 に押し付けられており、カム 21 は作動していない。また、図 4, 5 の各矢印は、それぞれの状態から電動モータ 27 を反対方向に回転させたときのカムプレート 17 とカムガイド片 121（可動プレート 19）の移動方向を示している。

カム 21 が作動していない状態では、図 1 の下半部のように、可動プレート 19（クラッチリング 51）がシフツスプリング 25 によって左方に移動し、ドッグクラッチ 13 が噛み合っている。

このとき、シフツスプリング 25 は待ち機構になり、噛み合い歯 53, 55 の位相が合ったところでドッグクラッチ 13 を噛み合わせる。

ドッグクラッチ 13 が噛み合うと、上記のように、車両は4輪駆動状態になる。

図 6 は、図 4 の状態から電動モータ 27 を反対方向に最大角度回転させた状態を示しており、ギア組 29 のピニオンギア 153 はギア 107 の他側端部で噛み

合っている。このとき、支持プレート 15 の他方の固定板部 91 はプレート部分 99 と突き当たってストッパになり、カムプレート 17 の過回転を防止し、ギア 107 がピニオンギア 153 から外れることを防止している。

図 7 は、図 6 に対応するカム 21 の状態を示しており、各カムガイド片 121 の径方向部分 129 が各カム片 105 の傾斜面 113 を上り、保持突起 117 を乗り越えて保持面 115 に保持され、カム 21 を作動させている。また、図 6, 7 の各矢印は、それぞれの状態から電動モータ 27 を反対方向に回転させたときのカムプレート 17 とカムガイド片 121 (可動プレート 19) の移動方向を示している。

カム 21 が作動すると、そのカムスラスト力によって各カムガイド片 121 (可動プレート 19) が図 7 の上方に移動し、シフツスプリング 25 を押し縮める。

なお、図 8 は、このときの各プレート 15, 17, 19 の軸方向位置を示しており、シフツスプリング 25 が押し縮められた状態でも可動プレート 19 (環状板部 119) とカムプレート 17 の径方向部分 111との間には、充分なクリアランス D が保たれている。

シフツスプリング 25 が前記支持プレート 15 に当接し、軸方向の力を受けて縮められると、図 1 の上半部のように、リターンスプリング 23 の付勢力によつて可動プレート 19 (クラッチリング 51) が右方に移動し、ドッグクラッチ 13 の噛み合いが解除される。

ドッグクラッチ 13 の噛み合いが解除されると、上記のように、車両は 2 輪駆動状態になる。

また、保持突起 117 がそのチェック機能により、各カムガイド片 121 を保持面 115 に保持するから、電動モータ 27 を停止させた状態で、走行中に振動や衝撃などの外乱因子を受けても、ドライバーの意に反して車両が 2 輪駆動状態から 4 輪駆動状態に変動することが防止される。

上記のように、ドッグクラッチ 13 と 2-4 切替え機構がそれぞれ連結される 4 輪駆動状態では、エンジンの駆動力が 2-4 切替え機構から後輪側動力伝達系を介してアウターデフケース 7 に伝達され、ドッグクラッチ 13 を介してインナーデフケース 9 が回転駆動される。この回転はピニオンシャフト 65 からピニオ

ンギア 6 7 を介してサイドギア 6 9, 7 1 に配分され、各車軸を介して左右の後輪に伝達される。

車両が 4 輪駆動状態になると、悪路などでの走破性、脱出性、安定性が向上する。

5 また、例えば、悪路走行中に後輪間に駆動抵抗差が生じると、各ピニオンギア 6 7 の自転によってエンジンの駆動力は左右の後輪に差動配分される。

ドッグクラッチ 1 3 と 2 - 4 切替え機構の連結がそれぞれ解除される 2 輪駆動状態では、インナーデフケース 9 から後輪までがドッグクラッチ 1 3 によって切り離され、フリー回転状態になるとと共に、2 - 4 切替え機構からアウターデフケース 7 までの動力伝達系が、エンジンの駆動力と後輪による連れ回りの両方から切り離され、回転が停止する。

10 このように 2 - 4 切替え機構からアウターデフケース 7 までの後輪側動力伝達系の回転が停止する 2 輪駆動状態では、振動が軽減して乗り心地が向上すると同時に、後輪側動力伝達系の各部で磨耗が軽減されて耐久性が向上し、さらに、回転抵抗の低減分だけエンジンの負担が軽減し、燃費が向上する。

15 アウターデフケース 7 には、開口 5 7, 5 9 の他に、ボス部 3 1, 3 3 の内周にそれぞれ螺旋状のオイル溝 1 6 3, 1 6 5 が形成されており、さらに、スラストワッシャ 8 5, 8 5 と対向する部分には、オイル溝 1 6 3, 1 6 5 にそれぞれ連通した径方向のオイル溝 1 6 7, 1 6 9 が形成されている。

20 開口 5 7, 5 9 はアウターデフケース 7 の径方向外側部分に形成されているから、デフキャリヤ 5 に形成されたオイル溜りのオイルに常時浸されており、アウターデフケース 7 の回転に伴って開口 5 7, 5 9 からオイルが流入する。

25 また、オイル溜りのオイルはアウターデフケース 7 (リングギア 4 3) の回転によって搔き上げられ、搔き上げられたオイルはオイル溝 1 6 3, 1 6 5 のネジポンプ作用によって移動を促進され、オイル溝 1 6 7, 1 6 9 と、スラストワッシャ 8 5, 8 5 などの隙間を通してアウターデフケース 7 の内部に流入する。

30 アウターデフケース 7 に流入したオイルは、差動機構 1 1 を構成する各ギア 6 7, 6 9, 7 1 の噛み合い部、ピニオンシャフト 6 5 とピニオンギア 6 7 の摺動部、アウターデフケース 7 とインナーデフケース 9 の摺動部、アウターデフケー

ス7とクラッチリング51の摺動部、ドッグクラッチ13（噛み合い歯53, 55）などに供給されてこれらを潤滑・冷却する。

また、アクチュエータ1の下部もオイル溜りに浸されており、回転操作されるカムプレート17と支持プレート15及び可動プレート19との摺動部、カム251なども潤滑・冷却される。

また、ギア組29も上記の搔き上げオイルによって潤滑・冷却される。

上記の各潤滑・冷却部では、供給されたオイルによって、磨耗が軽減され、耐久性が向上すると共に、各摺動部での摩擦抵抗が軽減され、エンジンの燃費が向上する。

10 こうして、アクチュエータ1とリヤデフ3が構成されている。

アクチュエータ1は、図16のように、カムプレート17に設けた支持突起103によって、支持プレート15とカムプレート17が軸方向に位置決めされセンターリングされている。

従って、カム21が作動していない間にドッグクラッチ13にラチエッティングが生じても、カムプレート17の振れが防止されて、カムプレート17側のギア107と電動モータ27側のピニオンギア153は噛み合いが安定し、磨耗と耐久性の低下が防止され、アクチュエータ1とリヤデフ3の動作と性能が安定する。

さらに、カムプレート17の振れを防止することによって、ドッグクラッチ13のラチエッティングが軽度になるから、ドッグクラッチ13の噛み合い歯53, 55と、ラチエッティングに伴って伸縮するリターンスプリング23とシフトスプリング25の耐久性低下も大幅に軽減される。

また、電動モータ27の回転トルクをカム21によってドッグクラッチ13の操作力に変換するアクチュエータ1は、流体圧式のアクチュエータを用いた従来例と異なって、高価なポンプ、ピストンとシリンダ、シフトメカニズムなどが不要であり、それだけ部品点数が少なく、構造が簡単で、低コストである。

さらに、アクチュエータ1を用いたリヤデフ3は、圧力ラインなどの広い配置スペースが不要であり、軽量でコンパクトに構成されて車載性が向上すると共に、デフキャリヤ5を変更する必要もなくなり、変更に伴う大きなコスト上昇が防止

される。

また、アクチュエータ1とリヤデフ3は、圧力漏れによる機能低下と圧力変動の影響から解放され、性能と安定性と信頼性が大きく向上する上に、圧力ライン各部のシール強化とこれに伴うコストの上昇も避けられる。

5 本発明の第二の実施形態を図9および10を参照して以下に説明する。以下の説明において、前述と実質的に同一の要素については同一の参照番号を付して詳細な説明を省略し、主に相違について説明する。

アクチュエータ251は、第一の実施形態のリヤデフ3にアクチュエータ1と置き換えて用いられている。

10 アクチュエータ251では、カムプレート17（プレート部分99）に、ギア107との間に所定の間隔を空けながら、ギア107の両端側と背面側を囲むガイド部253（噛み合い保持手段）が設けられており、電動モータ27側のピニオンギア153は、ガイド部253とギア107の間に設けられたスリット255の中で、ギア107と噛み合っている。

15 このように構成されたアクチュエータ251では、ピニオンギア153の回転によってカムプレート17（ギア107）が回動し、ピニオンギア153がギア107の端部まで移動しても、ピニオンギア153はガイド部253の両端部に突き当たり、そのガイド機能によってギア107から外れることが防止される。

また、ギア107との噛み合いによってピニオンギア153に掛かる噛み合い反力は、ガイド部253が受けるから、ピニオンギア153や電動モータ27の出力軸151などの変形が防止される。

第二の実施形態によれば、こうしてピニオンギア153とギア107の噛み合いが正常に保たれるから、アクチュエータ251とリヤデフ3の性能と動作が安定する。

25 本発明の第三の実施形態を図11を参照して以下に説明する。以下の説明において、前述と実質的に同一の要素については同一の参照番号を付して詳細な説明を省略し、主に相違について説明する。

第三の実施形態のアクチュエータは、第1実施形態のリヤデフ3にアクチュエータ1と置き換えて用いられている。

第三の実施形態のアクチュエータでは、カムプレート 17 (プレート部分 99) の両端 (カムプレートがストッパと当接する部分) にスリット 301 を加工することにより、バネ片 303, 303 (噛み合い保持手段) が形成されている。

従って、電動モータ 27 によりカムプレート 17 (ギア 107) が両方向に回動し、支持プレート 15 の固定板部 91 (カムプレートの回動角度を所定の範囲に保つストッパ) と衝突しても、これらのバネ片 303 によってその衝撃が吸収されるから、衝撃を受けてもピニオンギア 153 とギア 107 の噛み合いが外れる事はない。

また、バネ片 303 によるこのような衝撃吸収機能によって、衝撃によるピニオンギア 153 とギア 107 の磨耗が防止され、カムプレート 17 (プレート部分 99) や固定板部 91 の変形も防止される。

第三の実施形態によれば、このようにピニオンギア 153 とギア 107 の噛み合いが正常に保たれるから、アクチュエータとリヤデフ 3 の性能と動作が安定する。

また、プレート部分 99 のスリット 301 は、カムプレート 17 をプレス加工する際に同時加工できるから、この構成は極めて低成本で容易に実施することができる。

本発明の第四の実施形態を図 12 および 13 を参照して以下に説明する。以下の説明において、前述と実質的に同一の要素については同一の参照番号を付して詳細な説明を省略し、主に相違について説明する。

第四の実施形態のアクチュエータは、第 1 実施形態のリヤデフ 3 にアクチュエータ 1 と置き換えて用いられている。

第四の実施形態のアクチュエータでは、カムプレート 17 (プレート部分 99) の両端に一对の肉厚部 351 (噛み合い保持手段) を設けている。

従って、電動モータ 27 によってカムプレート 17 (ギア 107) が両方向に回動し、支持プレート 15 の固定板部 91 (ストッパ) と衝突して電動モータ 27 の回転がストールし、ギア 107 に大きなトルクが掛かっても、肉厚部 351 が前記トルクを受容するので、破損や磨耗が防止される。

本発明の第五の実施形態を図 14 から 19 を参照して以下に説明する。以下の

説明において、前述と実質的に同一の要素については同一の参照番号を付して詳細な説明を省略し、主に相違について説明する。

このアクチュエータ 601 は、アクチュエータ 1 と置き換えて第 1 実施形態のリヤデフ 3 に用いられている。

5 アクチュエータ 601 では、図 14 と図 15 に示すように、支持プレート 15 に、カムプレート 17（プレート部分 99）の回動中心両側の周方向等距離に、ストッパ 603 と張り出し部 605 と一対の凸部 607（減速手段）とが形成されている。

各ストッパ 603 は各張り出し部 605 においてカムプレート 17 側に折り曲げ形成されており、図 14 の矢印 651 のように、両方向に回動したカムプレート 17（プレート部分 99）がストッパ 603 に当たって回動を停止し、回動を停止することによってピニオンギア 153 がギア部 107 から外れることを防止する。図 15 は、矢印 653 のように、カムプレート 17（プレート部分 99）が右方向（2WD の位置）に回動してストッパ 603 に当たった状態を示している。

また、ストッパ 603 はカムプレート 17 の回動方向に撓むように折り曲げられており、回動したカムプレート 17 が当たったとき、そのばね力によって衝撃を緩和する。

各凸部 607 は、カムプレート 17 側に設けられており、カムプレート 17 がストッパ 603 と当たる直前の回動位置（回動角度）に形成されている。

図 16 は、カムプレート 17 が回動して凸部 607 に近づく状態を示している。この状態では、上記のようにカムプレート 17 はカム 21 で可動プレート 19 との接触を終了しており、長い矢印 655 が示すように、電動モータ 27 のトルクによって高速で回動している。

25 図 17 は、図 16 の位置からさらに回動したカムプレート 17 が凸部 607 に乗り上げて摺動抵抗を受ける状態を示しており、短い矢印 657 が示すように、この摺動抵抗によってストッパ 603 と当たる直前に回動速度が減速される。

回動速度がこのように減速されると、カムプレート 17 がストッパ 603 と高速で突き当たることが回避されて、衝撃が緩和されるから、電動モータ 27 のビ

ニオンギア 153 とプレート部分 99 のギア部 107 や電動モータ 27 が損傷を受けることが防止される。

図 18 は、カムプレート 17 の回動角度に対する可動プレート 19 の軸方向位置を示すグラフ 659 であり、横軸（回動角度）にはストップ位置が表示され、

5 縦軸（軸方向位置）には 2 輪駆動（2WD）時の位置と 4 輪駆動（4WD）時の位置が表示されている。

カムプレート 17 が図 14 の状態から 2 輪駆動時の方向（図 15 の位置）まで回動するとカム 21 が作動し、グラフ 659 のように、可動プレート 19 はカム片 105 の傾斜面 113 を登り、保持突起 117 によるピーク 661 を経て 2 輪駆動時の位置へ移動する。

この間に、カムプレート 17 は凸部 607 と接触して減速された後、ストップ 603 に当たって回動を停止する。さらに、可動プレート 19 は、ピーク 661 を過ぎた後、カムプレート 17 が凸部 607 に乗り上げたときの軸方向移動分だけ、ピーク 663 のように軸方向へ移動する。

15 また、カムプレート 17 が図 14 の状態から 4 輪駆動時の方向に回動するとカム 21 の作動が停止し、可動プレート 19 はカム片 105 の傾斜面 113 を下りて、4 輪駆動時の位置へ移動する。

この間に、カムプレート 17 は反対側の凸部 607 と接触して減速された後、反対側のストップ 603 に当たって回動を停止する。さらに、可動プレート 19 はカムプレート 17 が凸部 607 に乗り上げたときの軸方向移動分だけ、ピーク 665 のように軸方向へ移動する。

また、図 19 は、凸部 607, 607 を持たないアクチュエータでの、カムプレートの回動角度に対する可動プレートの軸方向位置を示すグラフ 671 であり、図 18 のグラフ 659 と異なって、カムプレート 17 が凸部 607 に乗り上げたときのピーク 663, 665 がなく、カムプレート 17 の減速機能と衝撃緩和機能を持たないことを示している。

なお、アクチュエータ 601 の場合、ストップ 603, 603 を設けたことにより、支持プレート 15 の固定板部 91 はストップ機能から解放されている。

また、図 14 と図 15 のように、可動プレート 19 には、2 個の外周ガイド片

609と4個のガイド片611が設けられており、各外周ガイド片609は支持プレート15の外周を保持して可動プレート19と支持プレート15を互いにセンターリングし、各ガイド片611は支持プレート15に設けられたガイド孔613に係合し、互いの回り止めとセンターリングをしている。

5 このように構成されたアクチュエータ601は、上記のように、カムプレート17の回動が凸部607との摺動によって減速されるから、ストッパ603と当たるときの衝撃が緩和され、ピニオンギア153とギア部107や電動モータ27の損傷が防止されて、耐久性が向上する。

10 また、支持プレート15に凸部607、607を形成する構成は、実施が容易であり、低コストである。

本発明の第六の実施形態を図20から27を参照して以下に説明する。以下の記述において、左右の方向はリヤデフ703が用いられた4輪駆動車における左右の方向と一致している。リヤデフ703（エンジンの駆動力を左右の後輪に配分するデファレンシャル装置）は、差動機構の入力側に駆動力の断続機能を備えたデファレンシャル装置であり、4輪駆動車に用いられて、2輪駆動時は後輪への駆動力を切断する。

20 リヤデフ703が用いられた4輪駆動車の動力伝達系は、エンジン（原動機）、トランスミッション、トランスファ、2-4切替え機構、フロントデフ（エンジンの駆動力を左右の前輪に配分するデファレンシャル装置）、前車軸、左右の前輪、後輪側のプロペラシャフト、リヤデフ703、後車軸、左右の後輪などから構成されている。

25 2-4切替え機構は、トランスファの後輪側出力インターフェイスを構成しており、下記のように、リヤデフ703と同時に連結解除操作及び連結操作され、後輪側への駆動力を断続する。エンジンの駆動力は、トランスミッションからトランスファに伝達され、トランスファから前輪側と後輪側に配分される。

前輪側に配分された駆動力は、フロントデフから前車軸を介して左右の前輪に配分される。また、後輪側に配分された駆動力は、2-4切替え機構とリヤデフ703が連結されている間は、2-4切替え機構と後輪側プロペラシャフトからリヤデフ703に伝達され、リヤデフ703から後車軸を介して左右の後輪に配

分され、車両は4輪駆動状態になる。また、2-4切替え機構とリヤデフ703の連結をそれぞれ解除すると、後輪側がエンジンから切り離されて、車両は2輪駆動状態になる。

リヤデフ703はデフキャリヤ705の内部に配置されており、デフキャリヤ705の内部にはオイル溜りが形成されている。リヤデフ703は、図20のように、ギア歯を有するプレートを用いたアクチュエータ701、アウターデフケース707、インナーデフケース709、ベベルギア式の差動機構711、ドッグクラッチ713（被操作装置：クラッチ）などから構成されている。

ギア歯を有するプレートを用いたアクチュエータ701は、図20と図21の10ように、支持プレート715、カムプレート717、可動プレート719、カム721（カム機構）、コイルスプリング723（衝撃力吸収手段）、リターンスプリング725、シフトスプリング727、電動モータ729、ギア組731、コントローラなどから構成されている。

リヤデフ703はアウターデフケース707とインナーデフケース709からなる2重ケーシング構造になっており、インナーデフケース709はアウターデフケース707の内周で摺動回転自在に支承されている。また、アウターデフケース707に形成された左右のボス部733、735はそれぞれスラストベアリング737（図21）を介してデフキャリヤ705に支承されている。

アウターデフケース707にはリングギア739（図21）がボルトで固定されている。リングギア739はドライブピニオンギアと噛み合っており、このドライブピニオンギアはドライブピニオンシャフトと一体に形成されている。ドライブピニオンシャフトは継ぎ手と後輪側のプロペラシャフトなどを介してトランスファの2-4切替え機構に連結されており、エンジンの駆動力はトランスファと2-4切替え機構からこの後輪側動力伝達系を介してアウターデフケース707を回転させる。

アウターデフケース707の内部にはクラッチリング741が配置されており、アウターデフケース707の内周で軸方向移動自在に支承されている。

ドッグクラッチ713は、噛み合い歯743と噛み合い歯745によって構成されており、噛み合い歯743はクラッチリング741の左端部に形成され、噛

み合い歯 745 はインナーデフケース 709 の右端部に形成されている。

また、アウターデフケース 707 の左右にはそれぞれオイルが流入する開口 747, 749 が周方向等間隔に設けられている。クラッチリング 741 の右端には周方向等間隔に 3 本の脚部 751 が設けられており、これらの脚部 751 は右の開口 749 に係合し、外部に突き出している。

クラッチリング 741 は、下記のように、ギア歯を有するプレートを用いたアクチュエータ 701 によって左右に移動操作される。クラッチリング 741 が左方に移動操作されると、図 20 の下半部のように、ドッグクラッチ 713 が噛み合ってアウターデフケース 707 とインナーデフケース 709 とが連結され、クラッチリング 741 が右方に戻ると、図 20 の上半部のように、ドッグクラッチ 713 の噛み合いが解除され、アウターデフケース 707 とインナーデフケース 709 とが切り離される。

インナーデフケース 709 の左端部とアウターデフケース 707との間には、ギア歯を有するプレートを用いたアクチュエータ 701 からの操作力を受けるスラストワッシャ 753 が配置されており、インナーデフケース 709 はこのスラストワッシャ 753 を介して軸方向の左方に位置決めされている。

ベルギア式の差動機構 711 は、複数本のピニオンシャフト 755、ピニオンギア 757、左右の出力側サイドギア 759, 761 などから構成されている。

各ピニオンシャフト 755 の先端は、インナーデフケース 709 に周方向等間隔に形成された貫通孔 763 に係合し、スプリングピン 765 によって抜け止めが施されている。

ピニオンギア 757 は、各ピニオンシャフト 755 上に回転自在に支承されており、サイドギア 759, 761 は左右から各ピニオンギア 757 と噛み合っている。

サイドギア 759, 761 の各ボス部 767, 769 はアウターデフケース 707 に形成された支承部 771, 773 によって支承されており、各ボス部 767, 769 のスライン部 775, 777 には左右の後車軸がそれぞれ連結されている。

また、各サイドギア 759, 761 とアウターデフケース 707 との間にはス

ラストワッシャ 779 がそれぞれ配置され、サイドギア 759, 761 の噛み合い反力を受けている。

インナーデフケース 709 の内周には、各ピニオンギア 757 の背面に対向して球面ワッシャ部 781 が形成されており、ピニオンギア 757 の遠心力と、各 5 サイドギア 759, 761 との噛み合いによってピニオンギア 757 が受ける噛み合い反力を負担している。

支持プレート 715 (第一のプレート) はプレス加工されており、図 20 ~ 図 27 のように、環状板部 783、環状板部 783 と一緒に形成された 2 個の固定板部 785、環状板部 783 の内周に周方向等間隔に設けられた 3 個の組み付け凹部 787、環状板部 783 に設けられた 2 個のガイド孔 789 と 4 個のガイド孔 791 と 2 個のストッパ 793 などから構成されている。前記支持プレート 7 15 は、前記カム 721 やスプリング 723, 725 などによる軸方向の力に耐えるべく、可動プレート 719 およびカムプレート 717 よりもやや厚い板厚を有している。

15 また、カムプレート 717 (第三のプレート) はプレス加工されており、環状板部 795、前記環状板部 795 から一体化的に延設されてギアの歯を有するプレート部分 797、環状板部 795 の内周に周方向等間隔に設けられた 3 個の組み付け凹部 799、各組み付け凹部 799 の周方向に隣接して設けられた 3 個の支持突起 801、環状板部 795 の内周に沿って周方向等間隔に設けられた 3 個のカム片 803 などから構成されている。前記 3 個のカム片 803 は、前記可動プレート 719 の軸方向の移動量 (ストローク) に応じた高さとすべく、プレス加工により形成されている。

20 プレート部分 797 は環状板部 795 と一緒に形成されており、その外周にはギア部 805 が設けられている。また、支持突起 801 は、環状板部 795 に形成された軸方向部分 807 と、軸方向部分 807 の端部に形成された径方向部分 809 (図 27) から構成されている。

各カム片 803 は、傾斜面 811、その周方向に形成されたカム角を持たない保持面 813、傾斜面 811 と保持面 813 との間に形成された保持突起 815 から構成されている。

可動プレート 719 はプレス加工されており、図 27 のように、環状板部 817、環状板部 817 の内周に周方向等間隔に設けられた 3 個のカムガイド片 819、環状板部 817 の外周に設けられた各 4 個のガイド片 821, 823 などから構成されている。

5 また、各カムガイド片 819 は、環状板部 817 に形成された軸方向部分 825 と、軸方向部分 825 の端部に形成された径方向部分 827 から構成されている。

10 コイルスプリング 723 は、図 21 および 27 のように、ギア歯を有するプレート部分 797 (カムプレート 717) にリベット 829, 829 で固定されたスプリングガイド 831 とプレート部分 797 との間に形成された円筒状のリテナ部 133 に保持されており、下記のように、カムプレート 717 が両方向に回動すると、その両端部は支持プレート 715 のストップ 793, 793 に当接する。

15 支持プレート 715 とカムプレート 717 と可動プレート 719 とコイルスプリング 723 の組付けは、図 25 から 27 のように、次の手順で行われる。

手順 1： 図 25 のように、カムプレート 717 の 3 個の支持突起 801 を支持プレート 715 の 3 個の組み付け凹部 787 にそれぞれ挿通させる。

手順 2： この状態で、カムプレート 717 を図 25 の矢印 L の方向に回動させて、各支持突起 801 の軸方向部分 807 と径方向部分 809 を支持プレート 715 の環状板部 783 の内周端側に係合させ、支持プレート 715 とカムプレート 717 とを互いに軸方向に位置決めし、センターリングする。

手順 3： 可動プレート 719 のガイド片 821 とガイド片 823 の間にウェーブリング (シフツスプリング) を取り付けた後、図 26 のように、支持プレート 715 の組み付け凹部 787 とカムプレート 717 の組み付け凹部 799 とを合わせた状態で、これらの凹部 787, 799 に可動プレート 719 の各カムガイド片 819 をそれぞれ挿通させる。

なお、シフツスプリング (ウェーブリング) は、可動プレート 719 と一体に形成 (シフツスプリング) しても、あるいは、別体のスプリング (例えば、コイルスプリング) を用いててもよい。

また、可動プレート 719 の 2 個のガイド片 821 を支持プレート 715 の 2 個のガイド孔 789 にそれぞれ係合させ、他の 2 個のガイド片 821 で支持プレート 715 の外周を保持し、さらに、4 個のガイド片 823 を支持プレート 715 の 4 個のガイド孔 791 にそれぞれ係合させる。

5 なお、支持プレート 715 の外周を保持するガイド片 821 は可動プレート 719 と支持プレート 715 を互いにセンターリングし、ガイド孔 789, 799 と係合した他のガイド片 821, 823 は、可動プレート 719 と支持プレート 715 の回り止めとセンターリングをする。

手順 4：手順 3 の状態から、カムプレート 717 を図 26 の矢印 R の方向に回動させ、各カム片 803 を可動プレート 719 の各カムガイド片 819 の径方向部分 827 と嵌合させ、カム 721 を構成する。

手順 5：図 27 のように、カムプレート 717 (ギア歯を有するプレート部分 797) のリテーナ部 133 にコイルスプリング 723 をセットする。

手順 6：セットしたコイルスプリング 723 にスプリングガイド 831 を被せる。

手順 7：スプリングガイド 831 をリベット 829 でプレート部分 797 に固定する。

このように、各プレート 715, 717, 719 とコイルスプリング 723 の組付けは工程が少なく、極めて容易である。

20 なお、手順 2 と手順 4 の前にコイルスプリング 723 をカムプレート 717 に取り付けると、これらの手順でカムプレート 717 を回動させたとき、コイルスプリング 723 が支持プレート 715 のストッパ 793 にそれぞれ当接し、カムプレート 717 を必要な角度だけ回動させることができないから、上記のように、コイルスプリング 723 の取り付けは手順 4 の後に行われる。

25 上記のように、組付けが終了した状態で、支持プレート 715 とカムプレート 717 と可動プレート 719 は互いにセンターリングされており、カムプレート 717 は支持プレート 715 と可動プレート 719 に対して回動自在である。

図 20 と図 22 のように、支持プレート 715 の各固定板部 785 はボルト 835 によってデフキャリヤ 705 に固定されている。

カム 721 は、上記のように、カムプレート 717 の各カム片 803 と可動プレート 719 の各カムガイド片 819（径方向部分 827）とによって構成されている。

図 20 のように、リターンスプリング 725 は、クラッチリング 741 のリテナ 837 に一体形成されている。このリテナ 837 に形成された腕部 839 はクラッチリング 741 の各脚部 751 に折り曲げて固定されており、リテナ 837（リターンスプリング 725）とアウターデフケース 707 の右端部との間にはリング 841 が配置されている。

クラッチリング 741 とリテナ 837 は一体で軸方向に往復移動可能であり、リターンスプリング 725 はクラッチリング 741 をドッグクラッチ 713 の噛み合い解除方向（右方）に付勢している。

図 20 は、シフトスプリング 727 を可動プレート 719 と一緒に形成した例を示している。また、シフトスプリング 727 の付勢力はリターンスプリング 725 の付勢力より強くされており、可動プレート 719 とクラッチリング 741 をドッグクラッチ 713 の噛み合い方向（左方）に移動させる。

なお、リターンスプリング 725 は可動プレート 719 と一緒に形成する他に、別体のスプリング（例えば、コイルスプリング）を用いてもよい。

図 21 のように、電動モータ 729 のケーシング 843 は、デフキャリヤ 705 に設けられた取り付け穴 845 に O リング 847 を介して取り付けられている。電動モータ 729 は両方向に回転可能であり、そのリード線 849 はコントローラを介して車載のバッテリに接続されている。

電動モータ 729 の出力軸 853 にはピニオンギア 853 がスライド連続されている。出力軸 853 とケーシング 843 との間にはオイルシール 855 が配置されており、ピニオンギア 853 はボールベアリング 857 によってケーシング 843 に支承されている。

ギア組 731 は、電動モータ 729 側のピニオンギア 853 と、プレート部分 797（カムプレート 717）のギア部 805 とで構成されており、電動モータ 729 の回転トルクを増幅し、カムプレート 717 を回動させる。

コントローラは、下記のようにしてドッグクラッチ 713 の断続操作を行うと

共に、2輪駆動状態から4輪駆動状態に切り換える際はドッグクラッチ713と2-4切替え機構をそれぞれ同時に連結操作し、4輪駆動状態から2輪駆動状態に切り換える際はそれを同時に連結解除操作する。

5 また、ドッグクラッチ713の断続操作に当たって、コントローラは電動モータ729を両方向（一方向と反対方向）にそれぞれ所定の時間（角度）だけ回転させる時間制御を行う。電動モータ729が所定の時間だけ回転すると、ギア組731を介してカムプレート717が所定の方向に所定の角度だけ回動操作される。

10 図22は、カムプレート717が全回動角度（回動幅）の中心位置にある状態を示している。

図23は、図22の位置から、カムプレート717をL方向（4WD位置）まで所定の角度だけ回動させた状態を示している。

15 このとき、ギア組731のピニオンギア853はギア部805の一方の端部で噛み合っていると共に、カムプレート717上のコイルスプリング723の一側端部は支持プレート715の一側の固定板部785（ストッパー）と突き当たり、カムプレート717の過回転を防止し、ピニオンギア853がギア部805から外れることを防止している。

20 また、図23のように、カムプレート717はコイルスプリング723が固定板部785と突き当たる直前にカム721で可動プレート719との接触を終了し、電動モータ729のトルクによって回動速度が加速されるが、コイルスプリング723は固定板部785と突き当たったとき、その撓みによって衝撃を吸収し、緩和する。

25 カムプレート717が4WD位置まで回動すると、各カム721において、可動プレート719のカムガイド片819の径方向部分827はカムプレート717のカム片803の傾斜面811を下りた位置にある。図20の下半部のように、この状態では径方向部分827がシフトスプリング727の付勢力によってカムプレート717の環状板部795に押し付けられており、各カム721は作動を停止している。

各カム721が作動を停止すると、可動プレート719とクラッチリング74

1 がシフツスプリング 7 2 7 によって左方に移動し、ドッグクラッチ 7 1 3 が噛み合い、車両は4輪駆動状態になる。

また、このときシフツスプリング 7 2 7 は待ち機構になり、噛み合い歯 7 4 3, 7 4 5 の位相が合ったところでドッグクラッチ 7 1 3 を噛み合わせる。

5 図24は、図22の位置から、プレート部分 7 9 7 をR方向（2WD位置）まで所定の角度だけ回動させた状態を示している。

このとき、ギア組 7 3 1 のピニオンギア 8 5 3 はギア部 8 0 5 の他方の端部で噛み合っており、カムプレート 7 1 7 上のコイルスプリング 7 2 3 の他側端部は支持プレート 7 1 5 の他側の固定板部 7 8 5 （ストッパ）と突き当たり、カムプレート 7 1 7 の過回転を防止し、ピニオンギア 8 5 3 がギア部 8 0 5 から外れることを防止している。

また、図24のように、カムプレート 7 1 7 はコイルスプリング 7 2 3 が固定板部 7 8 5 と突き当たる直前にカム 7 2 1 で可動プレート 7 1 9 との接触を終了し、電動モータ 7 2 9 のトルクによって回動速度が加速されるが、コイルスプリング 7 2 3 は固定板部 7 8 5 と突き当たったとき、その撓みによって衝撃を吸収し、緩和する。

カムプレート 7 1 7 が2WD位置まで回動すると、各カム 7 2 1 において、カムガイド片 8 1 9 の径方向部分 8 2 7 はカム片 8 0 3 の傾斜面 8 1 1 を登り、保持突起 8 1 5 を乗り越えて保持面 8 1 3 に保持され、各カム 7 2 1 を作動させる。

20 各カム 7 2 1 が作動すると、そのカムスラスト力によって各カムガイド片 8 1 9 （可動プレート 7 1 9 ）が軸方向の右側に移動し、シフツスプリング 7 2 7 を押し縮める。シフツスプリング 7 2 7 が縮められると、図20の上半部のように、リターンスプリング 7 2 5 の付勢力によって可動プレート 7 1 9 （クラッチリング 7 4 1 ）が右方に移動し、ドッグクラッチ 7 1 3 の噛み合いが解除され、車両

25 は2輪駆動状態になる。

なお、コイルスプリング 7 2 3 のばね常数は、4WD位置と2WD位置の両方で、固定板部 7 8 5 （ストッパ）と突き当たり、その撓み量だけカムプレート 7 1 7 がさらに回動したときに、ピニオンギア 8 5 3 がギア部 8 0 5 から外れない範囲で設定されている。

また、保持突起 815 がそのチェック機能によって各カムガイド片 819 を保持面 813 に保持するから、電動モータ 729 を停止させた状態で、走行中に振動や衝撃などの外乱因子を受けても、ドライバーの意に反して車両が 2 輪駆動状態から 4 輪駆動状態に変動することが防止される。

5 また、カム片 803 の傾斜面 811 の両側に設けられた保持面 813 と環状板部 795 はいずれもカム角を持たないから、カムガイド片 819（径方向部分 827）がこれらの保持面 813 と環状板部 795 に乗っている間は、シフトスプリング 727 の付勢力を受けてもカムプレート 717 に回転トルクが掛かることなく、ドライバーの意に反して車両が 2 輪駆動状態や 4 輪駆動状態に誤って切り替わることはない。

従って、作動前（作動停止時）と作動後の両方でカム 721 の状態が保持され、車両が 4 輪駆動状態及び 2 輪駆動状態に安定して保持されるから、カム 721 を操作するとき以外は電動モータ 729 を停止させることができる。

15 4 輪駆動状態では、上記のようにドッグクラッチ 713 と 2-4 切替え機構がそれぞれ連結されるから、エンジンの駆動力は 2-4 切替え機構から後輪側動力伝達系を介してアウターデフケース 707 に伝達され、ドッグクラッチ 713 を介してインナーデフケース 709 が回転駆動される。この回転はピニオンシャフト 755 からピニオンギア 757 を介してサイドギア 759, 761 に配分され、各車軸を介して左右の後輪に伝達される。

20 車両が 4 輪駆動状態になると、悪路などでの走破性、脱出性、安定性が向上する。また、悪路走行中などに後輪間に駆動抵抗差が生じると、各ピニオンギア 757 の自転によってエンジンの駆動力は左右の後輪に差動配分される。

25 また、2 輪駆動状態では、ドッグクラッチ 713 と 2-4 切替え機構の連結がそれぞれ解除されるから、インナーデフケース 709 から後輪までがドッグクラッチ 713 によって切り離されフリー回転状態になると共に、2-4 切替え機構からアウターデフケース 707 までの動力伝達系が、エンジンの駆動力と後輪による連れ回りの両方から切り離されて回転が停止する。

このように 2-4 切替え機構からアウターデフケース 707 までの後輪側動力伝達系の回転が停止する 2 輪駆動状態では、振動が軽減して乗り心地が向上す

ると共に、後輪側動力伝達系の各部で磨耗が軽減されて耐久性が向上し、さらに、回転抵抗の低減分だけエンジンの負担が軽減し、燃費が向上する。

アウターデフケース 707 には、開口 747, 749 の他に、ボス部 733 の内周には螺旋状のオイル溝 859 が形成され、ボス部 735 の内周にも同様な螺旋状のオイル溝が形成されており、さらに、スラストワッシャ 779, 779 と対向する部分には、各螺旋状オイル溝 859 にそれぞれ連通した径方向のオイル溝 861, 863 が形成されている。

開口 747, 749 はアウターデフケース 707 の径方向外側部分に形成されているから、デフキャリヤ 705 に形成されたオイル溜りのオイルに常時浸されており、アウターデフケース 707 の回転に伴って開口 747, 749 からオイルが流出入する。

また、オイル溜りのオイルはアウターデフケース 707 (リングギア 739) の回転によって搔き上げられ、搔き上げられたオイルは螺旋状オイル溝 859 のネジポンプ作用によって移動を促進され、オイル溝 861, 863 と、スラストワッシャ 779, 779 などの隙間を通ってアウターデフケース 707 の内部に流入する。

アウターデフケース 707 に流入したオイルは、差動機構 711 を構成する各ギア 757, 759, 761 の噛み合い部、ピニオンシャフト 755 とピニオンギア 757 の摺動部、アウターデフケース 707 とインナーデフケース 709 の摺動部、アウターデフケース 707 とクラッチリング 741 の摺動部、ドッグクラッチ 713 (噛み合い歯 743, 745) などに供給されてこれらを潤滑・冷却する。

また、ギア歯を有するプレートを用いたアクチュエータ 701 の下部もオイル溜りに浸されており、回動操作されるカムプレート 717 と支持プレート 715 及び可動プレート 719 との摺動部、カム 721 なども潤滑・冷却される。

また、ギア組 731 も上記の搔き上げオイルによって潤滑・冷却される。

上記の各潤滑・冷却部では、供給されたオイルによって、磨耗が軽減され、耐久性が向上すると共に、各摺動部での摩擦抵抗が軽減され、エンジンの燃費が向上する。

こうして、アクチュエータ701とリヤデフ703が構成されている。

アクチュエータ701では、カムプレート717がカム721での接触を終了し電動モータ729のトルクによって高速で回動しても、コイルスプリング723の撓みにより固定板部785（ストッパ）との間で衝撃が緩和されるから、ピニオンギア853とギア部805、各固定板部785（ストッパ）、電動モータ729などの損傷が防止され、耐久性と信頼性が向上し、正常な機能が長く保たれる。

また、位置センサーを用いた構成と較べて、極めて低コストで実施できる。

また、衝撃力吸収手段にコイルスプリング723を用いた構成は、実施が容易であり、さらに低コストになる。

また、コイルスプリング723を異なった強さのものに換えることによって、衝撃力の吸収機能を自在に調整することができる。

また、電動モータ729の回転トルクをカム721によってドッグクラッチ713の操作力に変換するアクチュエータ701は、流体圧式のアクチュエータを用いた構成と異なって、高価なポンプ、ピストンとシリンダ、シフトメカニズムなどが不要であり、それだけ部品点数が少なく、構造が簡単で、低コストである。

さらに、ギアプレートを用いたアクチュエータ701を用いたリヤデフ703は、圧力ラインなどの広い配置スペースが不要であり、軽量でコンパクトに構成されて車載性が向上すると共に、デフキャリヤ705を変更する必要もなくなり、変更に伴う大きなコスト上昇が防止される。

また、アクチュエータ701とリヤデフ703は、圧力漏れによる機能低下と圧力変動の影響から解放され、性能と安定性と信頼性が大きく向上する上に、圧力ライン各部のシール強化とこれに伴うコストの上昇も避けられる。

日本国特許出願2002-228498号（2002年8月6日出願）および2002-263989号（2002年9月10日出願）の内容はその全体を参考してここに加入されている。

本発明の好適な実施例を記述したが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。上記開示内容に基づき、該技術分野の通常の技術を有する者が、実施例の修正ないし変形により本発明を実施することが可能である。

例えば、本発明のアクチュエータにおいて、被操作装置はクラッチに限らない。クラッチは、各実施形態のような噛み合いクラッチ（ドッグクラッチ）だけでなく、多板クラッチやコーンクラッチのような摩擦クラッチでもよい。また、差動機構は、ベベルギア式の差動機構に限らず、プラネタリーギア式の差動機構、デフケースの収容孔に回転自在に収容されたピニオンギアで出力側のサイドギアを連結した差動機構、ウォームギアを用いた差動機構などでもよい。

5